

Partial Translation of Japanese Utility Model Patent No. 3094045

Publication Date: May 30, 2003  
Registered Date: March 5, 2003  
Application Number: Utility Model Patent Application No. 2002-7217

This Application was changed from  
Patent Application No. 2002-330059.

Application Date: January 30, 1998  
Patentee of the Utility Model: Furukawa Electric Co. Ltd.  
Inventor: Takao Hirai; Takayuki Usami; Koichi  
Yoshida; and Yoshimasa Ohyama

[Title of the Invention]

A Conductive Spring of a Copper Alloy

[Abstract]

[Objectives] This invention provides a conductive spring of a copper alloy, excellent in mechanical properties, conductivity, stress-relaxation property, and bendability.

[Solution] The spring is formed of a conductive copper alloy containing, as major components, Ni at an amount of 1.0 to 3.5wt%, Si at an amount of 0.2 to 0.9wt%, Mg at an amount of 0.01 to 0.20wt%, Sn at an amount of 0.05 to 1.5wt%, S and O, each being restricted to contain at an amount less than 0.005wt%, and Cu and inevitable impurities of the rest, in which the crystal particle size is more than  $1\ \mu\text{m}$  and less than  $25\ \mu\text{m}$ . The spring is appropriate for a terminal, connector material and switch material.

[Claim 1] A conductive spring formed by reduction processing of a copper alloy comprising, as major components, Ni at an amount of 1.0 to 3.5wt%, Si at an amount of 0.2 to 0.9wt%, Mg at an amount of 0.01 to 0.20wt%, Sn at an amount of 0.05 to 1.5wt%, S and O, each being restricted to contain at an amount less than 0.005wt%, and Cu and inevitable impurities of the rest, in which the crystal particle size is more than  $1\ \mu\text{m}$  and less than  $25\ \mu\text{m}$ .

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 登録実用新案公報 (U)

(11) 実用新案登録番号  
実用新案登録第3094045号  
(U3094045)

(45) 発行日 平成15年 5月30日 (2003. 5. 30)

(24) 登録日 平成15年 3月 5日 (2003. 3. 5)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

C 2 2 C 9/06  
9/02

識別記号

F I

C 2 2 C 9/06  
9/02

評価書の請求 未請求 請求項の数16 O L (全 36 頁)

(21) 出願番号 実願2002-7217(U2002-7217)  
特願2002-330059(P2002-330059)の  
変更  
(22) 出願日 平成10年 1月30日 (1998. 1. 30)

(73) 実用新案権者 000005290  
古河電気工業株式会社  
東京都千代田区丸の内2丁目6番1号  
(72) 考案者 平井 崇夫  
東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古  
河電気工業株式会社内  
(72) 考案者 宇佐見 隆行  
東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古  
河電気工業株式会社内  
(74) 代理人 100076439  
弁理士 飯田 敏三

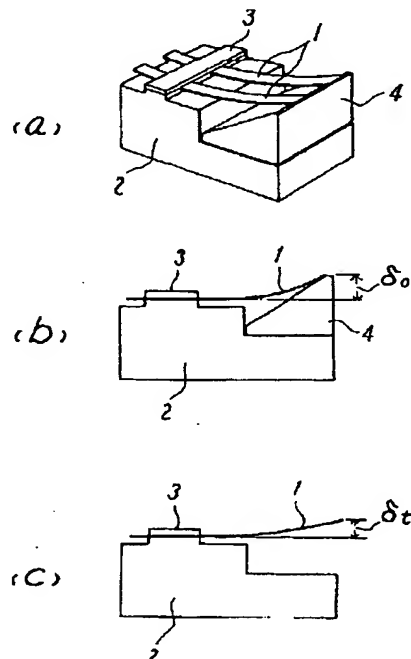
続き有

(54) 【考案の名称】 銅合金製導電性ばね

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 優れた機械的特性、伝導性、応力緩和特性と  
曲げ加工性を兼ね備えた銅合金製ばねを提供する。

【解決手段】 主成分としてNiを1.0~3.5wt  
%、Siを0.2~0.9wt%、Mgを0.01~  
0.20wt%、Snを0.05~1.5wt%含み、  
S、O含有量をそれぞれ0.005wt%未満に制限  
し、残部Cu及び不可避免の不純物からなり、その結晶粒  
度が1 $\mu$ mを越え25 $\mu$ m以下である導電性銅合金から  
形成したばねであり、端子、コネクタ材、スイッチ材  
として適するものである。



1

## 【実用新案登録請求の範囲】

【請求項1】 主成分としてNiを1.0～3.5wt%、Siを0.2～0.9wt%、Mgを0.01～0.20wt%、Snを0.05～1.5wt%含み、S、O含有量をそれぞれ0.005wt%未満に制限し、残部Cu及び不可避的不純物からなり、その結晶粒度が1μmを越え25μm以下である銅合金で形成した導電性ばね材。

【請求項2】 主成分としてNiを1.0～3.5wt%、Siを0.2～0.9wt%、Mgを0.01～0.20wt%、Snを0.05～1.5wt%、Znを0.2～1.5wt%含み、S、O含有量をそれぞれ0.005wt%未満に制限し、残部Cu及び不可避的不純物からなり、その結晶粒度が1μmを越え25μm以下である銅合金で形成した導電性ばね材。

【請求項3】 主成分としてNiを1.0～3.5wt%、Siを0.2～0.9wt%、Mgを0.01～0.20wt%、Snを0.05～1.5wt%含み、S、O含有量をそれぞれ0.005wt%未満に制限し、さらに0.005～0.3wt%Ag、0.01～0.5wt%Mn、それぞれ0.005～0.2wt%のFe、Cr、0.05～2.0wt%Co、0.005～0.1wt%Pの中から選ばれ1種または2種以上を総量で0.005wt%～2.0wt%含み、残部Cu及び不可避的不純物からなり、その結晶粒度が1μmを越え25μm以下である銅合金で形成した導電性ばね材。

【請求項4】 主成分としてNiを1.0～3.5wt%、Siを0.2～0.9wt%、Mgを0.01～0.20wt%、Snを0.05～1.5wt%、Znを0.2～1.5wt%含み、S、O含有量をそれぞれ0.005wt%未満に制限し、さらに0.005～0.3wt%Ag、0.01～0.5wt%Mn、それぞれ0.005～0.2wt%のFe、Cr、0.05～2.0wt%のCo、0.005～0.1wt%のPの中から選ばれ1種または2種以上を総量で0.005wt%～2.0wt%含み、残部Cu及び不可避的不純物からなり、その結晶粒度が1μmを越え25μm以下である銅合金で形成した導電性ばね材。

【請求項5】 主成分としてNiを1.0～3.5wt%、Siを0.2～0.9wt%、Mgを0.01～0.20wt%、Snを0.05～1.5wt%含み、S、O含有量をそれぞれ0.005wt%未満に制限し、さらに0.005～0.1wt%Pb、0.005～0.03wt%Biの1種または2種を総量で0.005～0.13wt%含み、残部Cu及び不可避的不純物からなり、その結晶粒度が1μmを越え25μm以下である銅合金で形成した導電性ばね材。

【請求項6】 主成分としてNiを1.0～3.5wt%、Siを0.2～0.9wt%、Mgを0.01～

2

0.20wt%、Snを0.05～1.5wt%、Znを0.2～1.5wt%含み、S、O含有量をそれぞれ0.005wt%未満に制限し、さらに0.005～0.1wt%Pb、0.005～0.03wt%Biの1種または2種を総量で0.005～0.13wt%含み、残部Cu及び不可避的不純物からなり、その結晶粒度が1μmを越え25μm以下である銅合金で形成した導電性ばね材。

【請求項7】 主成分としてNiを1.0～3.5wt%、Siを0.2～0.9wt%、Mgを0.01～0.20wt%、Snを0.05～1.5wt%含み、S、O含有量をそれぞれ0.005wt%未満に制限し、さらに0.005～0.3wt%Ag、0.01～0.5wt%Mn、それぞれ0.005～0.2wt%のFe、Cr、0.05～2.0wt%Co、0.005～0.1wt%Pの中から選ばれ1種または2種以上、及び0.005～0.1wt%Pb、0.005～0.03wt%Biの1種または2種を総量で0.005wt%～2.0wt%含み、残部Cu及び不可避的不純物からなり、その結晶粒度が1μmを越え25μm以下である銅合金で形成した導電性ばね材。

【請求項8】 主成分としてNiを1.0～3.5wt%、Siを0.2～0.9wt%、Mgを0.01～0.20wt%、Snを0.05～1.5wt%、Znを0.2～1.5wt%含み、S、O含有量をそれぞれ0.005wt%未満に制限し、さらに0.005～0.3wt%Ag、0.01～0.5wt%Mn、それぞれ0.005～0.2wt%のFe、Cr、0.05～2.0wt%Co、0.005～0.1wt%Pの中から選ばれ1種または2種以上、及び0.005～0.1wt%Pb、0.005～0.03wt%Biの1種または2種を総量で0.005wt%～2.0wt%含み、残部Cu及び不可避的不純物からなり、その結晶粒度が1μmを越え25μm以下である銅合金で形成した導電性ばね材。

【請求項9】 主成分としてNiを1.0～3.5wt%、Siを0.2～0.9wt%、Mgを0.01～0.20wt%、Snを0.05～1.5wt%含み、S、O含有量をそれぞれ0.005wt%未満に制限し、残部Cu及び不可避的不純物からなり、その結晶粒度が1μmを越え25μm以下である銅合金で形成した導電性ばね材であって、端子、コネクタ材もしくはスイッチ材用のいずれかであることを特徴とする導電性ばね材。

【請求項10】 主成分としてNiを1.0～3.5wt%、Siを0.2～0.9wt%、Mgを0.01～0.20wt%、Snを0.05～1.5wt%、Znを0.2～1.5wt%含み、S、O含有量をそれぞれ0.005wt%未満に制限し、残部Cu及び不可避的不純物からなり、その結晶粒度が1μmを越え25μm

10

20

30

40

50

以下である銅合金で形成した導電性ばね材であって、端子、コネクタ材もしくはスイッチ材用のいずれかであることを特徴とする導電性ばね材。

【請求項11】 主成分としてNiを1.0～3.5wt%、Siを0.2～0.9wt%、Mgを0.01～0.20wt%、Snを0.05～1.5wt%含み、S、O含有量をそれぞれ0.005wt%未満に制限し、さらに0.005～0.3wt%Ag、0.01～0.5wt%Mn、それぞれ0.005～0.2wt%のFe、Cr、0.05～2.0wt%Co、0.005～0.1wt%Pの中から選ばれ1種または2種以上を総量で0.005wt%～2.0wt%含み、残部Cu及び不可避的不純物からなり、その結晶粒度が1μmを越え25μm以下である銅合金で形成した導電性ばね材であって、端子、コネクタ材もしくはスイッチ材用のいずれかであることを特徴とする導電性ばね材。

【請求項12】 主成分としてNiを1.0～3.5wt%、Siを0.2～0.9wt%、Mgを0.01～0.20wt%、Snを0.05～1.5wt%、Znを0.2～1.5wt%含み、S、O含有量をそれぞれ0.005wt%未満に制限し、さらに0.005～0.3wt%Ag、0.01～0.5wt%Mn、それぞれ0.005～0.2wt%のFe、Cr、0.05～2.0wt%のCo、0.005～0.1wt%のPの中から選ばれ1種または2種以上を総量で0.005wt%～2.0wt%含み、残部Cu及び不可避的不純物からなり、その結晶粒度が1μmを越え25μm以下である銅合金で形成した導電性ばね材であって、端子、コネクタ材もしくはスイッチ材用のいずれかであることを特徴とする導電性ばね材。

【請求項13】 主成分としてNiを1.0～3.5wt%、Siを0.2～0.9wt%、Mgを0.01～0.20wt%、Snを0.05～1.5wt%含み、S、O含有量をそれぞれ0.005wt%未満に制限し、さらに0.005～0.1wt%Pb、0.005～0.03wt%Biの1種または2種を総量で0.005～0.13wt%含み、残部Cu及び不可避的不純物からなり、その結晶粒度が1μmを越え25μm以下である銅合金で形成した導電性ばね材であって、端子、コネクタ材もしくはスイッチ材用のいずれかであることを特徴とする導電性ばね材。

【請求項14】 主成分としてNiを1.0～3.5wt%、Siを0.2～0.9wt%、Mgを0.01～0.20wt%、Snを0.05～1.5wt%、Znを0.2～1.5wt%含み、S、O含有量をそれぞれ0.005wt%未満に制限し、さらに0.005～

0.1wt%Pb、0.005～0.03wt%Biの1種または2種を総量で0.005～0.13wt%含み、残部Cu及び不可避的不純物からなり、その結晶粒度が1μmを越え25μm以下である銅合金で形成した導電性ばね材であって、端子、コネクタ材もしくはスイッチ材用のいずれかであることを特徴とする導電性ばね材。

【請求項15】 主成分としてNiを1.0～3.5wt%、Siを0.2～0.9wt%、Mgを0.01～0.20wt%、Snを0.05～1.5wt%含み、S、O含有量をそれぞれ0.005wt%未満に制限し、さらに0.005～0.3wt%Ag、0.01～0.5wt%Mn、それぞれ0.005～0.2wt%のFe、Cr、0.05～2.0wt%Co、0.005～0.1wt%Pの中から選ばれ1種または2種以上、及び0.005～0.1wt%Pb、0.005～0.03wt%Biの1種または2種を総量で0.005wt%～2.0wt%含み、残部Cu及び不可避的不純物からなり、その結晶粒度が1μmを越え25μm以下である銅合金で形成した導電性ばね材であって、端子、コネクタ材もしくはスイッチ材用のいずれかであることを特徴とする導電性ばね材。

【請求項16】 主成分としてNiを1.0～3.5wt%、Siを0.2～0.9wt%、Mgを0.01～0.20wt%、Snを0.05～1.5wt%、Znを0.2～1.5wt%含み、S、O含有量をそれぞれ0.005wt%未満に制限し、さらに0.005～0.3wt%Ag、0.01～0.5wt%Mn、それぞれ0.005～0.2wt%のFe、Cr、0.05～2.0wt%Co、0.005～0.1wt%Pの中から選ばれ1種または2種以上、及び0.005～0.1wt%Pb、0.005～0.03wt%Biの1種または2種を総量で0.005wt%～2.0wt%含み、残部Cu及び不可避的不純物からなり、その結晶粒度が1μmを越え25μm以下である銅合金で形成した導電性ばね材であって、端子、コネクタ材もしくはスイッチ材用のいずれかであることを特徴とする導電性ばね材。

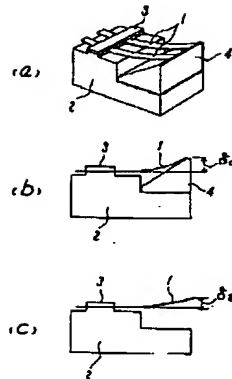
【図面の簡単な説明】

【図1】本考案実施例の応力緩和の試験を説明する図。

【符号の説明】

- 1 サンプル
- 2 基台
- 3 保持部材
- 4 ブロック

【図1】



## 【手続補正書】

【提出日】平成15年1月14日(2003. 1. 14)

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】考案の名称

【補正方法】変更

【補正内容】

【考案の名称】銅合金製導電性ばね

## 【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】実用新案登録請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【実用新案登録請求の範囲】

【請求項1】主成分としてNiを1.0～3.5wt%、Siを0.2～0.9wt%、Mgを0.01～0.20wt%、Snを0.05～1.5wt%含み、S、O含有量をそれぞれ0.005wt%未満に制限し、残部Cu及び不可避免的不純物からなり、その結晶粒度が1μmを越え25μm以下である銅合金を圧延加工して形成した導電性ばね。

【請求項2】主成分としてNiを1.0～3.5wt%、Siを0.2～0.9wt%、Mgを0.01～0.20wt%、Snを0.05～1.5wt%、Znを0.3～1.0wt%含み、S、O含有量をそれぞれ0.005wt%未満に制限し、残部Cu及び不可避免的不純物からなり、その結晶粒度が1μmを越え25μm以下である銅合金を圧延加工して形成した導電性ばね。

【請求項3】主成分としてNiを1.0～3.5wt%、Siを0.2～0.9wt%、Mgを0.01～0.20wt%、Snを0.05～1.5wt%含み、S、O含有量をそれぞれ0.005wt%未満に制限

し、さらに0.005～0.3wt%Ag、0.01～0.5wt%Mn、それぞれ0.005～0.2wt%のFe、Cr、0.05～2.0wt%Co、0.005～0.1wt%Pの中から選ばれ1種または2種以上を総量で0.005wt%～2.0wt%含み、残部Cu及び不可避免的不純物からなり、その結晶粒度が1μmを越え25μm以下である銅合金を圧延加工して形成した導電性ばね。

【請求項4】主成分としてNiを1.0～3.5wt%、Siを0.2～0.9wt%、Mgを0.01～0.20wt%、Snを0.05～1.5wt%、Znを0.3～1.0wt%含み、S、O含有量をそれぞれ0.005wt%未満に制限し、さらに0.005～0.3wt%Ag、0.01～0.5wt%Mn、それぞれ0.005～0.2wt%のFe、Cr、0.05～2.0wt%のCo、0.005～0.1wt%のPの中から選ばれ1種または2種以上を総量で0.005wt%～2.0wt%含み、残部Cu及び不可避免的不純物からなり、その結晶粒度が1μmを越え25μm以下である銅合金を圧延加工して形成した導電性ばね。

【請求項5】主成分としてNiを1.0～3.5wt%、Siを0.2～0.9wt%、Mgを0.01～0.20wt%、Snを0.05～1.5wt%含み、S、O含有量をそれぞれ0.005wt%未満に制限し、さらに0.005～0.1wt%Pb、0.005～0.03wt%B iの1種または2種を総量で0.005～0.13wt%含み、残部Cu及び不可避免的不純物からなり、その結晶粒度が1μmを越え25μm以下である銅合金を圧延加工して形成した導電性ばね。

【請求項6】主成分としてNiを1.0～3.5wt%、Siを0.2～0.9wt%、Mgを0.01～0.20wt%、Snを0.05～1.5wt%、Zn

を0.3～1.0wt%含み、S、O含有量をそれぞれ0.005wt%未満に制限し、さらに0.005～0.1wt%Pb、0.005～0.03wt%Biの1種または2種を総量で0.005～0.13wt%含み、残部Cu及び不可避的不純物からなり、その結晶粒度が1μmを越え25μm以下である銅合金を圧延加工して形成した導電性ばね。

【請求項7】 主成分としてNiを1.0～3.5wt%、Siを0.2～0.9wt%、Mgを0.01～0.20wt%、Snを0.05～1.5wt%含み、S、O含有量をそれぞれ0.005wt%未満に制限し、さらに0.005～0.3wt%Ag、0.01～0.5wt%Mn、それぞれ0.005～0.2wt%のFe、Cr、0.05～2.0wt%Co、0.005～0.1wt%Pの中から選ばれ1種または2種以上、及び0.005～0.1wt%Pb、0.005～0.03wt%Biの1種または2種を総量で0.005wt%～2.0wt%含み、残部Cu及び不可避的不純物からなり、その結晶粒度が1μmを越え25μm以下である銅合金を圧延加工して形成した導電性ばね。

【請求項8】 主成分としてNiを1.0～3.5wt%、Siを0.2～0.9wt%、Mgを0.01～0.20wt%、Snを0.05～1.5wt%、Znを0.3～1.0wt%含み、S、O含有量をそれぞれ0.005wt%未満に制限し、さらに0.005～0.3wt%Ag、0.01～0.5wt%Mn、それぞれ0.005～0.2wt%のFe、Cr、0.05～2.0wt%Co、0.005～0.1wt%Pの中から選ばれ1種または2種以上、及び0.005～0.1wt%Pb、0.005～0.03wt%Biの1種または2種を総量で0.005wt%～2.0wt%含み、残部Cu及び不可避的不純物からなり、その結晶粒度が1μmを越え25μm以下である銅合金を圧延加工して形成した導電性ばね。

【請求項9】 主成分としてNiを1.0～3.5wt%、Siを0.2～0.9wt%、Mgを0.01～0.20wt%、Snを0.05～1.5wt%含み、S、O含有量をそれぞれ0.005wt%未満に制限し、残部Cu及び不可避的不純物からなり、その結晶粒度が1μmを越え25μm以下である銅合金を圧延加工して形成した導電性ばねであって、端子、コネクタ材もしくはスイッチ材用のいずれかであることを特徴とする導電性ばね。

【請求項10】 主成分としてNiを1.0～3.5wt%、Siを0.2～0.9wt%、Mgを0.01～0.20wt%、Snを0.05～1.5wt%、Znを0.3～1.0wt%含み、S、O含有量をそれぞれ0.005wt%未満に制限し、残部Cu及び不可避的不純物からなり、その結晶粒度が1μmを越え25μm以下である銅合金を圧延加工して形成した導電性ばねであって、端子、コネクタ材もしくはスイッチ材用のいずれかであることを特徴とする導電性ばね。

あって、端子、コネクタ材もしくはスイッチ材用のいずれかであることを特徴とする導電性ばね。

【請求項11】 主成分としてNiを1.0～3.5wt%、Siを0.2～0.9wt%、Mgを0.01～0.20wt%、Snを0.05～1.5wt%含み、S、O含有量をそれぞれ0.005wt%未満に制限し、さらに0.005～0.3wt%Ag、0.01～0.5wt%Mn、それぞれ0.005～0.2wt%のFe、Cr、0.05～2.0wt%Co、0.005～0.1wt%Pの中から選ばれ1種または2種以上を総量で0.005wt%～2.0wt%含み、残部Cu及び不可避的不純物からなり、その結晶粒度が1μmを越え25μm以下である銅合金を圧延加工して形成した導電性ばねであって、端子、コネクタ材もしくはスイッチ材用のいずれかであることを特徴とする導電性ばね。

【請求項12】 主成分としてNiを1.0～3.5wt%、Siを0.2～0.9wt%、Mgを0.01～0.20wt%、Snを0.05～1.5wt%、Znを0.3～1.0wt%含み、S、O含有量をそれぞれ0.005wt%未満に制限し、さらに0.005～0.3wt%Ag、0.01～0.5wt%Mn、それぞれ0.005～0.2wt%のFe、Cr、0.05～2.0wt%のCo、0.005～0.1wt%のPの中から選ばれ1種または2種以上を総量で0.005wt%～2.0wt%含み、残部Cu及び不可避的不純物からなり、その結晶粒度が1μmを越え25μm以下である銅合金を圧延加工して形成した導電性ばねであって、端子、コネクタ材もしくはスイッチ材用のいずれかであることを特徴とする導電性ばね。

【請求項13】 主成分としてNiを1.0～3.5wt%、Siを0.2～0.9wt%、Mgを0.01～0.20wt%、Snを0.05～1.5wt%含み、S、O含有量をそれぞれ0.005wt%未満に制限し、さらに0.005～0.1wt%Pb、0.005～0.03wt%Biの1種または2種を総量で0.005～0.13wt%含み、残部Cu及び不可避的不純物からなり、その結晶粒度が1μmを越え25μm以下である銅合金を圧延加工して形成した導電性ばねであって、端子、コネクタ材もしくはスイッチ材用のいずれかであることを特徴とする導電性ばね。

【請求項14】 主成分としてNiを1.0～3.5wt%、Siを0.2～0.9wt%、Mgを0.01～0.20wt%、Snを0.05～1.5wt%、Znを0.3～1.0wt%含み、S、O含有量をそれぞれ0.005wt%未満に制限し、さらに0.005～0.1wt%Pb、0.005～0.03wt%Biの1種または2種を総量で0.005～0.13wt%含み、残部Cu及び不可避的不純物からなり、その結晶粒度が1μmを越え25μm以下である銅合金を圧延加工して形成した導電性ばねであって、端子、コネクタ材もしくはスイッチ材用のいずれかであることを特徴とする導電性ばね。

して形成した導電性ばねであって、端子、コネクタ材もしくはスイッチ材用のいずれかであることを特徴とする導電性ばね。

【請求項15】 主成分としてNiを1.0～3.5wt%、Siを0.2～0.9wt%、Mgを0.01～0.20wt%、Snを0.05～1.5wt%含み、S、O含有量をそれぞれ0.005wt%未満に制限し、さらに0.005～0.3wt%Ag、0.01～0.5wt%Mn、それぞれ0.005～0.2wt%のFe、Cr、0.05～2.0wt%Co、0.005～0.1wt%Pの中から選ばれ1種または2種以上、及び0.005～0.1wt%Pb、0.005～0.03wt%Biの1種または2種を総量で0.005wt%～2.0wt%含み、残部Cu及び不可避免の不純物からなり、その結晶粒度が1μmを越え25μm以下である銅合金を圧延加工して形成した導電性ばねであって、端子、コネクタ材もしくはスイッチ材用のいずれかであることを特徴とする導電性ばね。

\*れかであることを特徴とする導電性ばね。

【請求項16】 主成分としてNiを1.0～3.5wt%、Siを0.2～0.9wt%、Mgを0.01～0.20wt%、Snを0.05～1.5wt%、Znを0.3～1.0wt%含み、S、O含有量をそれぞれ0.005wt%未満に制限し、さらに0.005～0.3wt%Ag、0.01～0.5wt%Mn、それぞれ0.005～0.2wt%のFe、Cr、0.05～2.0wt%Co、0.005～0.1wt%Pの中から選ばれ1種または2種以上、及び0.005～0.1wt%Pb、0.005～0.03wt%Biの1種または2種を総量で0.005wt%～2.0wt%含み、残部Cu及び不可避免の不純物からなり、その結晶粒度が1μmを越え25μm以下である銅合金を圧延加工して形成した導電性ばねであって、端子、コネクタ材もしくはスイッチ材用のいずれかであることを特徴とする導電性ばね。

フロントページの続き

(72)考案者 吉田 浩一

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

(72)考案者 大山 好正

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内

## 【考案の詳細な説明】

## 【0001】

## 【考案の属する技術分野】

本考案は、銅合金から形成した導電性ばね材に関し、特に端子・コネクタ材、スイッチ材等に適する銅合金製導電性ばね材に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

従来より端子、コネクタ用材料として銅合金が用いられ、Cu-Zn系合金、耐熱性に優れたCu-Fe系合金、Cu-Sn系合金が多く用いられている。特に、自動車等の用途では安価なCu-Zn系合金が多く使用されているが、近年の自動車用端子、コネクタは小型化傾向が著しく、またエンジンルーム内などの過酷な環境にさらされる場合が多いため、Cu-Zn系合金ではもちろんのこと、Cu-Fe系合金、Cu-Sn系合金でも対応出来なくなっているのが現状である。

## 【0003】

このように、使用されている環境の変化に伴い、端子、コネクタ用材料に求められる特性もより厳しくなっている。このような用途に使用される銅合金には、応力緩和特性、機械的強度、熱伝導性、曲げ加工性、耐熱性、Snメッキの接続信頼性、マイグレーション特性など多岐に渡っているが、特に機械的強度や応力緩和特性、熱・電気の伝導性、曲げ加工性が重要な特性である。

## 【0004】

これらの厳しい要求特性を満たす銅系材料として、Cu-Ni-Si系合金が注目されており、例えば、特開昭61-127842号公報が知られている。しかしながら、このようなCu-Ni-Si系合金でも使用に耐え得ない状態に陥っている。

具体的には部品の小型化、例えば一般的な箱型端子において、挿入されるオス端子のタブ幅が約2mmである090端子から約1mmである040端子へ小型化されると、バネ部の幅が1mm程度であり、このように部品が小型化されると、十分な接続強度を得ることが困難になっている。また、小型化に関連してバネ



部での接続強度を確保するために、端子の構造にも多くの工夫がなされているが、その結果、材料に要求される曲げ加工性もより厳しくなっており、従来のCu-Ni-Siでは曲げ部にクラックが生じる場合も多い。応力緩和特性も同様であり、材料に負荷される応力の増大、使用環境の高温化により従来のCu-Ni-Si系合金では長時間の使用は不可能な状況である。

#### 【0005】

このような状況下、例えば応力緩和特性を改善するためにMgの添加が有効であり、例えば、特開昭61-250134号公報、特開平5-59468号公報などにもMgの有効性が示されている。しかしながらMg添加により応力緩和特性は向上するものの、曲げ加工性が劣化し、180°密着曲げには耐え得ないものであり自動車コネクタなどに使用するには曲げ加工性の改善が不可欠である。また曲げ加工性を改善するための検討もされているが、これは強度の低い材料であるために所望の特性が得られないものであった。さらに、熱・電気の伝導性が悪いと、応力緩和特性が良くとも、自己の発熱で応力緩和を促進するため、伝導性と応力緩和特性のバランスが重要である。

#### 【0006】

##### 【考案が解決しようとする課題】

上述したように、曲げ加工性、応力緩和特性等について検討し、厳しい要求特性を満たす銅系材料が提案されているが、本考案は、優れた機械的特性、伝導性、応力緩和特性と曲げ加工性を兼ね備えた銅合金製導電性ばね材であり、端子、コネクタに好適な銅合金製導電性ばね材を提供するものである。

#### 【0007】

##### 【課題を解決するための手段】

本考案は、上記課題を解決するもので、主成分としてNiを1.0～3.5wt%、Siを0.2～0.9wt%、Mgを0.01～0.20wt%、Snを0.05～1.5wt%含み、S、O含有量をそれぞれ0.005wt%未満に制限し、残部Cu及び不可避免的不純物からなり、その結晶粒度が1μmを越え25μm以下である銅合金で形成した導電性ばね材である。

また、上記構成において、本考案の特性に悪影響を与えない範囲で、銅合金に

は他の添加元素、例えば0.2%未満のZnを添加しても差し支えないものである。

また、本考案は、主成分としてNiを1.0~3.5wt%、Siを0.2~0.9wt%、Mgを0.01~0.20wt%、Snを0.05~1.5wt%、Znを0.2~1.5wt%含み、S、O含有量をそれぞれ0.005wt%未満に制限し、残部Cu及び不可避免的不純物からなり、その結晶粒度が1 $\mu$ mを越え25 $\mu$ m以下である銅合金で形成したことを特徴とする導電性ばね材である。

#### 【0008】

また、本考案は、上記の銅合金に、さらにAg、Mn、Fe、Cr、Co、Pの中から選ばれ1種または2種以上を総量で0.005wt%~2.0wt%含むことを特徴とする銅合金で形成した導電性ばね材である。

具体的には、主成分としてNiを1.0~3.5wt%、Siを0.2~0.9wt%、Mgを0.01~0.20wt%、Snを0.05~1.5wt%含み、さらに0.005~0.3wt%Ag、0.01~0.5wt%Mn、それぞれ0.005~0.2wt%のFe、Cr、0.05~2.0wt%Co、0.005~0.1wt%Pの中から選ばれ1種または2種以上を総量で0.005wt%~2.0wt%含み、S、O含有量をそれぞれ0.005wt%未満に制限し、残部Cu及び不可避免的不純物からなり、その結晶粒度が1 $\mu$ mを越え25 $\mu$ m以下である銅合金で形成したことを特徴とする導電性ばね材である。

また、主成分としてNiを1.0~3.5wt%、Siを0.2~0.9wt%、Mgを0.01~0.20wt%、Snを0.05~1.5wt%、Znを0.2~1.5wt%含み、さらに0.005~0.3wt%Ag、0.01~0.5wt%Mn、それぞれ0.005~0.2wt%のFe、Cr、0.05~2.0wt%Co、0.005~0.1wt%Pの中から選ばれ1種または2種以上を総量で0.005wt%~2.0wt%含み、S、O含有量をそれぞれ0.005wt%未満に制限し、残部Cu及び不可避免的不純物からなり、その結晶粒度が1 $\mu$ mを越え25 $\mu$ m以下である銅合金で形成したことを特徴とする導電性ばね材である。

## 【0009】

また、本考案は、上記の銅合金に、さらにPb、Biの1種または2種を総量で0.005~0.13wt%含むことを特徴とする銅合金製ばね材である。

具体的には、主成分としてNiを1.0~3.5wt%、Siを0.2~0.9wt%、Mgを0.01~0.20wt%、Snを0.05~1.5wt%含み、さらに0.005~0.1wt%Pb、0.005~0.03wtBiの1種または2種を総量で0.005~0.13wt%含み、S、O含有量をそれぞれ0.005wt%未満に制限し、残部Cu及び不可避的不純物からなり、その結晶粒度が1 $\mu$ mを越え25 $\mu$ m以下である銅合金より形成したことを特徴とする導電性ばね材である。

また、主成分としてNiを1.0~3.5wt%、Siを0.2~0.9wt%、Mgを0.01~0.20wt%、Snを0.05~1.5wt%、Znを0.2~1.5wt%含み、さらに0.005~0.1wt%Pb、0.005~0.03wtBiの1種または2種を総量で0.005~0.13wt%含み、S、O含有量をそれぞれ0.005wt%未満に制限し、残部Cu及び不可避的不純物からなり、その結晶粒度が1 $\mu$ mを越え25 $\mu$ m以下である銅合金で形成したことを特徴とする導電性ばね材である。

## 【0010】

また、上記の銅合金に、さらにAg、Mn、Fe、Cr、Co、Pの中から選ばれ1種または2種以上、及びPb、Biの1種または2種を総量で0.005wt%~2.0wt%含む銅合金ばね材である。

具体的には、主成分としてNiを1.0~3.5wt%、Siを0.2~0.9wt%、Mgを0.01~0.20wt%、Snを0.05~1.5wt%含み、さらに0.005~0.3wt%Ag、0.01~0.5wt%Mn、それぞれ0.005~0.2wt%のFe、Cr、0.05~2.0wt%Co、0.005~0.1wt%Pの中から選ばれ1種または2種以上、及び0.005~0.1wt%Pb、0.005~0.03wtBiの1種または2種を総量で0.005wt%~2.0wt%含み、S、O含有量をそれぞれ0.005wt%未満に制限し、残部Cu及び不可避的不純物からなり、その結晶粒度が1 $\mu$ m

を越え $25\mu\text{m}$ 以下である銅合金より形成した導電性ばね材である。

また、主成分としてNiを $1.0\sim 3.5\text{wt}\%$ 、Siを $0.2\sim 0.9\text{wt}\%$ 、Mgを $0.01\sim 0.20\text{wt}\%$ 、Snを $0.05\sim 1.5\text{wt}\%$ 、Znを $0.2\sim 1.5\text{wt}\%$ 含み、さらに $0.005\sim 0.3\text{wt}\%$ Ag、 $0.01\sim 0.5\text{wt}\%$ Mn、それぞれ $0.005\sim 0.2\text{wt}\%$ のFe、Cr、 $0.05\sim 2.0\text{wt}\%$ Co、 $0.005\sim 0.1\text{wt}\%$ Pの中から選ばれ1種または2種以上、及び $0.005\sim 0.1\text{wt}\%$ Pb、 $0.005\sim 0.03\text{wt}\%$ Biの1種または2種を総量で $0.005\text{wt}\%\sim 2.0\text{wt}\%$ 含み、S、O含有量をそれぞれ $0.005\text{wt}\%$ 未満に制限し、残部Cu及び不可避免的不純物からなり、その結晶粒度が $1\mu\text{m}$ を越え $25\mu\text{m}$ 以下である銅合金より形成した導電性ばね材である。

#### 【0011】

また、本考案の上記銅合金ばね材は、端子、コネクター材、スイッチ材のいずれかの態様で用いられるものであることを特徴とするものである。

#### 【0012】

##### 【考案の実施の形態】

本考案に用いられる銅合金は、Cuマトリックス中にNiとSiの化合物を析出させ、適当な機械的強度及び熱・電気導電性を有する銅合金に、Sn、Mg、Znを特定量添加し、S、O含有量を制限して、かつ結晶粒度を $1\mu\text{m}$ を越え $25\mu\text{m}$ 以下として応力緩和特性と曲げ加工性を改善することを骨子としている。

本考案者らは、この銅合金成分の含有量を詳細に規定することで実用的に優れた特性を有する導電性ばね用銅合金、特に端子、コネクター用として優れた特性を有する材料を実現させることができることを見だし、その結果本考案の銅合金ばね材を得たものである。

#### 【0013】

以下に本考案のばね材における銅合金の成分限定理由を説明する。

CuにNiとSiを含有させるとNi-Si化合物を作り、これをCu中に析出させ強度及び導電率を向上させるものである。

Ni量が $1.0\text{wt}\%$ 未満であると析出量が少なく目標とする強度が得られな

い。逆にNi量が3.5wt%を越えると鑄造、熱間加工時に強度上昇に寄与しない析出が生じ含有量に見合う強度を得ることができないばかりか、熱間加工性、曲げ加工性にも悪影響を与えることになる。

Si量は析出するNiとSiの化合物がNi<sub>3</sub>Si相であると考えられるため、Ni量を決定すると最適なSi含有量が決まる。Si量が0.2wt%未満であるとNi量が少ないときと同様充分な強度を得ることができない。逆にSi含有量が0.9wt%を越えるときもNi量が多い場合と同様の問題が生ずる。好ましくは、Niを1.7~2.8wt%、Siを0.4~0.7wt%に調整することが望ましい。

#### 【0014】

Mg、Snは本考案のばね材に用いる銅合金を構成する重要な添加元素である。これらの元素は相互に関係しあって良好な特性バランスを実現している。

次に、これら元素の限定理由を説明する。

Mgは応力緩和特性を大幅に改善するが、曲げ加工性には悪影響を及ぼす。応力緩和特性の観点からは、0.01wt%以上で含有量が多いほどよい。逆に曲げ加工性の観点からは、含有量が0.20wt%を越えると良好な曲げ加工性を得ることは困難である。このような観点から、Mgの含有範囲は0.01~0.20wt%において良好なバランスを示す。曲げ加工性の観点からより好ましいMgの含有範囲は、0.01~0.1wt%である。

#### 【0015】

さらに、Snを加えることにより、良好な曲げ加工性を保ったまま、より応力緩和特性を改善できることを見いだした。

Snは、応力緩和特性の改善効果を有するものの、その効果はMgほど大きくないが、Mgと相互に関係しあって良好な特性バランスを示すものである。

Snを1.5wt%を越えて含有すると、熱及び電気の伝導性が劣化し、実用上問題を来す。Sn含有量はMg量との兼ね合いもあるが、0.05~1.5wt%で良好な特性バランスを示す。

具体的には、Mgが0.01~0.05wt%の場合には、Snは0.8~1.5wt%が好ましく、Mg量が0.05~0.1wt%の場合には、Snは0

． 0.5～0.8 wt %が好ましい。

#### 【0016】

Znは応力緩和特性に寄与しないが、曲げ加工性を改善することができる。  
Znを0.2～1.5 wt %、好ましくは0.3～1.0 wt %含有することにより、Mgを最大0.20 wt %まで含有させても実用上問題ないレベルの曲げ加工性を達成できる。

またZnはSnメッキやハンダメッキの耐熱剥離性、マイグレーション特性を改善する効果を有し、打ち抜き加工性を改善する作用も有し、実用上の観点からZnを0.2 wt %、好ましくは0.3 wt %以上含有させることが望ましい。

打ち抜き加工性を改善する元素としては、Pb、Biがあるが、Pb、Biは多量に添加すると熱間加工性を阻害するが、Znは製造性に悪影響を及ぼさず、打ち抜き加工性を改善できるため有効な添加元素である。その上限は熱・電気伝導性を考慮し、1.5 wt %、好ましくは1.0 wt %である。

なお、本実施例からも、Mgとの共添でより良い傾向にあることが示されている。

#### 【0017】

以上、Mg、Sn、Znの添加範囲を限定した理由を詳述したが、これらの元素の限定範囲内でそれぞれ最大含有量とすることは好ましくない。実用上、最もバランスの良好な含有量の範囲は、Mg：0.05～0.15 wt %、Sn：0.2～0.5 wt %、Zn：0.3～0.8 wt %である。

#### 【0018】

次に、Ag、Mn、Fe、Cr、Co、Pの含有量の範囲を限定した理由を説明する。Ag、Mn、Fe、Cr、Co、Pは、加工性を改善するという点で類似の機能を有しているものであり、Ag、Mn、Fe、Cr、Co、Pの中から選ばれ1種または2種以上を0.005 wt %～2.0 wt %含有させるものである。

#### 【0019】

Agは、耐熱性を上げ、強度を上昇させると同時に、結晶粒の粗大化を阻止し、曲げ加工性を改善することができる。

従来より、Cu-Ni-Si系合金の強度を上昇させるために種々の第三元素を添加することが試みられている処であるが、それらは大幅に導電率を下げたり、曲げ成形性が劣化し、電子機器用用途として好ましくない特性が現れるものであった。本考案は、強度を向上し、且つその他の特性に悪影響を及ぼさない元素の検討を繰り返した結果、Agが有効であることを見いだしたものである。含有量が0.005wt%未満であるとその効果が現れず、逆に0.3wt%越えて含有すると特性上の悪影響はないものの、コスト高となるので、Agの最適含有量は0.005~0.3wt%であり、より好ましくは0.005~0.1wt%である。

#### 【0020】

Mnは、強度を上昇させると同時に熱間加工性を改善する効果があり、0.01wt%未満であるとその効果が小さく、0.5wt%を越えて含有しても、含有量に見合った効果が得られないばかりでなく、伝導性を劣化させる。よってMnの最適含有範囲は、0.01~0.5wt%であり、より好ましくは0.03~0.3wt%である。

#### 【0021】

Fe、Crは、Siと結合し、Fe-Si化合物、Cr-Si化合物を形成し強度を上昇させる。またNiとの化合物を形成せずに銅マトリックス中に残存するSiをトラップし、導電性を改善する効果がある。Fe-Si化合物、Cr-Si化合物は析出硬化能が低いため、多くの化合物を生成させることは得策でない。また、0.2wt%を越えて含有すると曲げ加工性が劣化してくる。これらの観点から、Fe、Crを含有する場合の添加量は、0.005~0.2wt%であり、より好ましくは0.005~0.1wt%である。

#### 【0022】

Coは、Niと同様にSiと化合物を形成し、機械的強度を向上させる。Coは、Niに比し高価であるため、本考案ではCu-Ni-Si系合金を利用してはいるが、コスト的に許されるのであれば、Cu-Co-Si系やCu-Ni-Co-Si系を選択しても良い。Cu-Co-Si系は時効析出させた場合に、Cu-Ni-Si系より機械的強度、導電性共に僅かに良くなる。したがって熱・

電気の伝導性を重視される部材には有効である。また、Co-Si化合物は析出硬化能が僅かに高いため、応力緩和特性も若干改善される傾向にある。これらの観点から、Coを添加する場合の最適添加量は、0.05~2.0wt%である。

#### 【0023】

Pは、強度を上昇させると同時に導電性を改善する効果を有する。多量の含有は粒界析出を助長して曲げ加工性を低下させる。よってPを添加する場合の最適含有範囲は、0.005~0.1wt%であり、より好ましくは0.005~0.05wt%である。

これらを2種以上同時に添加する場合には、求められる特性に応じて適宜決定すれば良いが、耐熱性、Snメッキ、ハンダメッキ耐熱剥離性、伝導性などの観点から総量で0.005~2.0wt%とした。

#### 【0024】

次に、Pb、Biの含有量の範囲を限定した理由を説明する。Pb、Biは、打ち抜き加工性を改善するもので、Pb、Biの1種または2種を0.005~0.13wt%含有するものである。

Pbは打ち抜き加工性を改善する添加元素である。近年のプレス高速化にともない、端子用材料にはより優れた加工性が求められている。Pbは銅マトリックス中に分散し、破壊の起点になるため打ち抜き加工性を改善する。Pb量が0.005wt%未満であると特性改善効果がなく、0.1wt%を越えて添加すると熱間加工性を低下させるばかりでなく、曲げ加工性をも劣化させるため、0.005~0.1wt%が最適であり、より好ましくは0.005~0.05wt%である。

Biも打ち抜き加工性を改善する添加元素である。0.005wt%未満であると特性改善効果が小さく、0.03wt%を越えて添加するとPbと同様の特性低下を来す。よってBiの最適含有範囲は、0.005~0.03wt%であり、より好ましくは0.005~0.02wt%である。

#### 【0025】

これらAg、Mn、Fe、Cr、Co、Pの中から選ばれ1種または2種以上



、及びPb、Biの1種または2種を同時に含有する場合には、求められる特性に応じて適宜決定すれば良いが、耐熱性、Snメッキ、ハンダメッキ耐熱剥離性、伝導性などの観点から総量で0.005~2.0wt%とした。

#### 【0026】

次に、S、O含有量を0.005wt%未満に制限した理由を説明する。  
通常、工業的な銅材料にはS、O<sub>2</sub>等が微量含まれるが、本考案はこれらの含有量を厳密に制限することで上述した合金成分と後述する結晶粒度の規定と相まって優れた特性の実現を図るものである。

Sは、熱間加工性を悪化させる元素であり、その含有量を0.005wt%未満と規定することで、熱間加工性を向上させる。特にS含有量を0.002wt%未満にすることが望ましい。

Oは、その含有量が0.005wt%以上であると、Mgが酸化されて曲げ加工性が劣化する。O含有量を0.005wt%以下、特に0.002wt%未満にすることが望ましい。

以上説明したS、Oは、通常の銅系材料中に微量に含有される場合が多いが、本考案のばね材の銅合金においては特に重要であり、その含有量を規定することで優れた特性が得られるもので、端子、コネクタ用材料に好適な特性を実現することを見いだしたのである。

#### 【0027】

上述した本考案の銅合金製ばね材の構成において、その特性を好適に実現するためには、結晶粒度が1 $\mu$ mを越え25 $\mu$ m以下とすることが必要である。結晶粒度が1 $\mu$ m以下であると、再結晶組織において混粒と成り易く、曲げ加工性が低下すると同時に応力緩和特性が低下する。逆に結晶粒度が25 $\mu$ mを越えて成長しても、曲げ加工性に悪影響を及ぼす。従って、結晶粒度は1 $\mu$ mを越え25 $\mu$ m以下に調整する必要がある。

#### 【0028】

次いで、本考案の銅合金製ばね材の製造法について説明する。

本考案の銅合金は、冷間加工、例えば冷間圧延した後に、再結晶と溶体化させる目的で熱処理を行い、直ちに焼き入れを行う。また必要に応じて時効処理を行

うものである。

本考案のばね材を構成する銅合金における結晶粒度を $1\mu\text{m}$ を越え $25\mu\text{m}$ 以下の範囲に調整するためには、再結晶処理の条件を詳細に制御する必要がある。 $700^{\circ}\text{C}$ 未満の温度での熱処理は、混粒となり易く、 $920^{\circ}\text{C}$ を越える温度では結晶粒が粗大に成長しやすいので、冷間加工後に再結晶処理を $700\sim 920^{\circ}\text{C}$ で行うものである。また、冷却速度は出来るだけ素早く、 $10^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上の速度で冷却することが望ましい。

#### 【0029】

次に、時効熱処理の条件については、時効温度が $420^{\circ}\text{C}$ 未満であると、析出硬化量が不十分であり、充分な特性を引き出すことができない。逆に $550^{\circ}\text{C}$ を越える温度で処理すると、析出相が粗大に成長し、強度が低下するばかりでなく、応力緩和特性も低下させてしまう。よって、時効処理温度は $420\sim 550^{\circ}\text{C}$ とした。

さらには、応力緩和特性は析出相の状態に大きく影響を受けることが判っており、時効強度がピークを示す温度近傍が最良条件である。一方、曲げ加工性は時効強度がピークを示す温度から若干過時効側で熱処理を行うことが望ましい。このような観点から好ましくは $460\sim 530^{\circ}\text{C}$ での処理が最適である。

#### 【0030】

また、冷間加工後に再結晶処理（溶体化）を $700\sim 920^{\circ}\text{C}$ で行い、さらに冷間加工（25%以下）を行った後に $420\sim 550^{\circ}\text{C}$ で時効処理を行うものである。後に述べる実施例では、溶体化後直ぐに時効処理を行ったが、溶体化と時効の間に冷間加工を施すことも有効である。この場合には、曲げ加工性を劣化させない断面減少率25%以下の加工が望ましい。

また、冷間加工後に再結晶処理（溶体化）を $700\sim 920^{\circ}\text{C}$ で行い、冷間加工（25%以下）、 $420\sim 550^{\circ}\text{C}$ で時効処理を行った後に、さらに25%以下の冷間加工、及び低温焼鈍を行うものである。このように時効処理後に冷間加工を施しても構わない。この場合は本考案の特徴である曲げ加工性を劣化させないために、断面減少率25%以下の加工が望ましい。更に、前述の時効処理後の冷間加工を行う場合には、その後に比較的低温での焼鈍を行うことが推奨される。

。

この焼鈍をバッチ式焼鈍で行う場合には、250～400℃の温度で0.5～5hr、走間焼鈍で行う場合には600～800℃の温度で5～60sの条件で行うことが望ましい。

この焼鈍は冷間加工で導入された転位を再配列し、結果的には転位の移動を抑制する作用を有する。従って、前述の冷間加工を行った場合には、焼鈍を行うことにより応力緩和特性を改善することができる。必要に応じて最終の熱処理前若しくは後にテンションレベラーやローラーペラー等の矯正を行っても良い。

#### 【0031】

本考案の銅合金製ばね材は、優れた機械的強度、曲げ加工性、応力緩和特性、Snメッキ剥離性、打ち抜き性等を有し、特に、端子・コネクタ材、スイッチ材、リレー材等、一般導電材料等に求められる特性を備えたものであり、実施例により詳細に説明する。

#### 【0032】

##### 【実施例】

##### 実施例1

本考案の第1の実施例を表1～6に示し説明する。

表1は本考案例の合金組成、表2、表3は比較例、従来例の合金組成であり、表4は本考案例合金の特性、表5、表6は比較例、従来例の合金の特性を示すものである。

なお、表中の矢印は上の欄と同じことを示すものであり、(\*)は耐力値が低く、試料セット段階で塑性変形を起こしたために試験中止したものである。

#### 【0033】

まず、高周波溶解炉にて、表1～表3に記す組成の合金を溶解し、冷却速度6℃/sで鋳込んだ。鋳塊のサイズは厚さ30mm、幅100mm、長さ150mmである。次にこれらの鋳塊を900℃で熱間圧延をしてから、速やかに冷却を行った。表面の酸化膜を除去するため厚さ9mmまで面削してから、冷間圧延により厚さ0.25mmに加工した。この後、供試材を再結晶と溶体化させる目的で、750℃で30sの熱処理を行い、直ちに15℃/s以上の冷却速度で焼き

入れを行った。時効処理は、不活性雰囲気中で $515^{\circ}\text{C} \times 2$ 時間の熱処理を施し、試験に供する銅合金ばね用材料とした。

#### 【0034】

製造した材料からサンプリングして、結晶粒度を測定し、TS（引張り強度） $\text{N/mm}^2$ 、E1（伸び）%、EC（導電率）% IACS、曲げ加工性、S. R.（応力緩和率）%、Snメッキ剥離性、打ち抜き性として破断面比率（%）、バリ（ $\mu\text{m}$ ）の各種特性評価を行った。

#### 【0035】

結晶粒度、即ち結晶粒の大きさは、JISH0501に準じ、比較法と切断法を併用し観察を行った。比較法では試験片を顕微鏡観察（75倍または200倍）して測定した。切断法では加工方向に平行な板厚断面で測定を行った。引張り強度はJISZ2241で、熱・電気の伝導性を示す値として、導電率をJISH0505に準じて測定した。

#### 【0036】

曲げ加工性の評価は、内側曲げ半径がORの $180^{\circ}$ 密着曲げを行った。評価の指標は、

- A. しわもなく良好
- B. 小さなしわが観察される
- C. 大きなしわが観察されるが、クラックには至っていない
- D. 微細なクラックが観察される
- E. 明瞭にクラックが観察される

の5段階で評価し、評価C以上を実用上問題の無いレベルと判断した。

#### 【0037】

応力緩和特性の評価は、日本電子材料工業会標準規格であるEMAS-3003に準拠して行った。ここで片持ちブロック式を採用し、表面最大応力が $450 \text{ N/mm}^2$ となるように負荷応力を設定し、 $150^{\circ}\text{C}$ の恒温槽で試験を行った。

表4～表6には、1000hr試験後の緩和率（S. R. R）で示した。

#### 【0038】

応力緩和の試験方法の片持ちブロック法について、図1（a）（b）（c）に

示す。図1 (a) は斜視図、(b) は側面図であり、銅合金ばね材のサンプル (1) の一方は基台 (2) に保持部材 (3) で片持ち状態に支持し、もう一方はブロック (4) によりサンプル (1) に歪み  $\delta o$  (初期たわみ変位) を与えた状態にする。この状態でサンプル (1) を  $150^{\circ}\text{C}$  に所定時間 (本実施例では  $1000\text{ hr}$ ) 加熱する。所定時間経過後、図1 (c) の側面図に示すように、ブロック (4) を取り除いた状態での歪み  $\delta t$  (永久たわみ変位) を測定し、応力緩和率 (%) は次式で求めた。

$$\text{応力緩和率 (\%)} = (\delta t / \delta o) \times 100$$

なお、初期たわみ変位は、表面最大応力が所定の値 ( $450\text{ N/mm}^2$ ) になるよう、ヤング率、板厚等から計算するものである (計算方法は E M A S - 3 0 0 3 による)。

#### 【0039】

S nメッキの加熱剥離性は、 $1\text{ }\mu\text{m}$ の光沢S nメッキを施した試験片を  $150^{\circ}\text{C} \times 1000$  時間の大気加熱をしてから、 $180$ 度の密着曲げ、および曲げ戻しをした後、その部分のメッキ剥離を目視にて評価した。半田の剥離が認められる場合、表4～6に「有」と記した。

#### 【0040】

打ち抜き性は、金型 (S K D 1 1 製) で打ち抜き試験 ( $1\text{ mm} \times 5\text{ mm}$ の角孔を設ける) を行うことにより調べた。そして5001回目から10000回目の打ち抜き分から20個無作為に抽出したサンプルの打ち抜き面を観察して破断部の厚さを測定した。表4～6には試験片の厚さに対する破断部の厚さの割合の平均値を%表示で示す (表中でF. A. Rと表示)。

バリ測定についても同様に、5001回目から10000回目の打ち抜き部分から20個無作為に抽出したサンプルのバリの高さを接触式形状測定機で求め、平均値を表に記載した。

#### 【表1】

	No	Ni	Si	Mg	Sn	Zn	S	O	その他	結晶粒度
本 考 案 例	1	1.5	0.34	0.07	0.81	0.49	0.002	0.001		5
	2	1.9	0.48	0.09	0.30	0.48	0.003	0.001		↑
	3	2.5	0.60	0.08	0.80	0.49	0.003	0.001		↑
	4	3.0	0.75	0.07	0.31	0.50	0.002	0.001		↑
	5	2.0	0.48	0.04	0.30	0.50	0.002	0.001		↑
	6	1.9	0.48	0.03	0.85	0.49	0.002	0.001		↑
	7	2.0	0.47	0.09	0.87	0.50	0.002	0.001		↑
	8	2.0	0.46	0.15	0.79	0.09	0.001	0.001		↑
	9	2.0	0.47	0.15	0.30	1.10	0.002	0.001		↑
	10	2.0	0.48	0.09	0.30	1.07	0.002	0.001		↑
	11	1.9	0.48	0.04	0.87	0.10	0.002	0.001		↑
	12	2.0	0.48	0.07	0.85	1.10	0.002	0.001		↑
	13	1.5	0.47	0.09	0.33	0.50	0.002	0.001	Co0.5	↑
	14	1.8	0.48	0.08	0.31	0.49	0.002	0.001	Co0.1	↑
	15	2.0	0.48	0.08	0.32	0.49	0.002	0.001	Ag0.03	↑
	16	2.0	0.48	0.07	0.32	0.49	0.002	0.001	Pb0.03	↑
	17	2.0	0.47	0.08	0.33	0.50	0.002	0.001	Cr0.007	↑
	18	1.9	0.48	0.07	0.32	0.48	0.002	0.001		2
	19	2.0	0.48	0.08	0.33	0.49	0.002	0.001		10
	20	2.0	0.48	0.08	0.33	0.50	0.002	0.001		15
	21	1.9	0.48	0.08	0.31	0.50	0.002	0.001		20

【表 2】

	No	Ni	Si	Mg	Sn	Zn	S	O	その他	結晶粒度
比 較 例	22	0.8	0.18	0.03	0.34	0.50	0.002	0.001		5
	23	3.8	0.95	0.03	0.33	0.49	0.002	0.001		↑
	24	2.0	0.47	0.003	0.33	0.49	0.002	0.001		↑
	25	2.0	0.48	0.002	0.99	0.50	0.002	0.001		↑
	26	1.9	0.47	0.25	0.33	1.25	0.002	0.001		↑
	27	2.0	0.48	0.08	0.002	0.50	0.002	0.001		↑
	28	2.0	0.48	0.08	2.04	0.50	0.002	0.001		↑
	29	1.1	0.47	0.08	0.31	5.09	0.002	0.001		↑
	30	2.0	0.47	0.07	0.33	0.49	0.002	0.001	Fe0.35	↑
	31	1.9	0.48	0.08	0.32	0.48	0.002	0.001	Pb0.25	↑
	32	1.9	0.46	0.09	0.33	0.49	0.011	0.001		↑
	33	2.0	0.48	0.08	0.32	0.50	0.002	0.001		↑
	34	2.0	0.47	0.08	0.31	0.50	0.002	0.001		≤1
	35	2.0	0.48	0.08	0.32	0.49	0.002	0.001		30

【表 3】

	No	Ni	Si	Mg	Sn	Zn	S	O	その他	結晶粒度
比 較 例	36	2.0	0.47	0.07	0.002	0.49	0.002	0.001	Cr0.10	5
	37	1.9	0.48	0.08	0.001	0.48	0.002	0.001	Mn0.39	↑
	38	2.0	0.48	0.08	0.002	0.50	0.002	0.001	B0.008	↑
	39	2.0	0.47	0.08	0.001	0.50	0.002	0.001	Al0.50	↑
	40	2.0	0.48	0.08	0.001	0.50	0.002	0.001	Ti0.10	↑
	41	2.0	0.48	0.08	0.002	0.49	0.002	0.001	In0.10	↑
従 来 例	42	2.5	0.60	—	—	—	—	—		
	43	1.9	0.50	—	0.4	0.9	—	—		
	44	2.7	0.65	0.17	—	—	—	—		

【表 4】

	No	TS N/mm <sup>2</sup>	EI %	EC %IACS	曲げ 加工性	S.R.R %	Sn/Pb 剥離性	打ち抜き性	
								F.A.R(%)	バリ(μm)
本 考 案 例	1	610	16	39	B	22	剥離無し	42	9
	2	670	16	39	B	18	↑	45	6
	3	680	16	38	B	17	↑	46	6
	4	680	14	38	C	17	↑	50	5
	5	660	16	40	B	22	↑	44	7
	6	680	16	33	B	18	↑	46	7
	7	680	15	32	B	14	↑	47	8
	8	670	16	38	C	14	↑	47	6
	9	670	16	36	B	14	↑	51	4
	10	670	16	37	B	18	↑	50	4
	11	680	15	33	C	18	↑	41	10
	12	680	16	31	B	14	↑	54	3
	13	710	15	42	B	15	↑	49	4
	14	700	16	40	B	16	↑	47	4
	15	680	16	39	B	18	↑	45	7
	16	670	16	39	B	19	↑	55	2
	17	660	15	41	B	19	↑	45	8
	18	680	14	39	C	20	↑	46	6
	19	670	16	39	B	18	↑	44	7
	20	670	15	39	B	18	↑	41	9
	21	660	13	39	C	19	↑	39	11

【表5】

	No	TS N/mm <sup>2</sup>	EI %	EC %IACS	曲げ 加工性	S.R.R %	Sn/Pb 剥離性	打ち抜き性	
								F.A.R(%)	バリ(μm)
比 較 例	22	480	19	51	A	—(※)	剥離無し	31	19
	23	680	14	38	D	17	↑	49	4
	24	670	16	40	B	33	↑	40	11
	25	680	15	32	B	31	↑	42	11
	26	670	15	34	D	13	↑	58	2
	27	670	16	42	B	24	↑	45	5
	28	690	15	23	B	13	↑	46	6
	29	680	17	29	B	18	↑	56	2
	30	530	18	43	D	—(※)	↑	37	17
	31	熱間加工中に割れが生じたため製造中止							
	32	熱間加工中に割れが生じたため製造中止							
	33	670	10	40	D	28	剥離無し	46	6
	34	680	12	39	D	22	↑	45	8
	35	650	9	39	D	25	↑	40	12

【表6】

	No	TS N/mm <sup>2</sup>	EI %	EC %IACS	曲げ 加工性	S.R.R %	Sn/Pb 剥離性	打ち抜き性	
								F.A.R(%)	バリ(μm)
比 較 例	36	650	17	42	B	24	剥離無し	44	8
	37	670	15	35	B	25	↑	46	7
	38	670	16	40	B	25	↑	41	11
	39	670	16	35	B	23	↑	47	8
	40	660	15	40	B	26	↑	46	9
	41	680	16	39	B	24	↑	44	10
	42	670	17	46	B	34	剥離有り	38	13
従 来 例	43	650	16	38	B	33	剥離無し	37	13
	44	680	11	44	D	19	剥離有り	40	11

表4から明らかなように、本考案例1～21は、TS（引張り強度）、El（伸び）、EC（導電率）、曲げ加工性、S.R.R（応力緩和率）、Snメッキ剥離性、打ち抜き性の各種特性の何れも優れた特性を示していることが判る。

【0042】

一方、Ni-Si量の少ない比較例No. 22は、目的とする強度が得られず、打ち抜き加工性も他の材料と比較して劣っている。逆にNi-Si量の多い比較例No. 23は、Ni-Si量の少ない本考案例No. 4と比較し強度の点では差はないが、曲げ加工性では劣化傾向を示した。即ち、本考案で規定する量以上のNi-Siを添加することは、曲げ加工性が劣るので、端子・コネクター用として不適である。

【0043】

Mgの添加量が少ない比較例No. 24は、本考案例のNo. 2, No. 5と比較し、応力緩和特性が大幅に劣っている。これと同じ理由で比較例No. 25は本考案例No. 6, No. 7より劣っている。

このことは、従来のCu-Ni-Si合金（従来例No. 42）にSnを単独で添加しても、応力緩和特性には大きな改善効果を期待できないことを示すものであり、従来のSn入りCu-Ni-Si合金（従来例No. 43）の特性と一致する。

【0044】

Mgの添加量が、本考案の規定量以上である比較例No. 26は、曲げ加工性が劣化している。これは端子・コネクター材としては不適である。曲げ加工性を若干改善できるZnを1wt%以上添加しても良好な曲げ加工性は確保できなかった。

Snの添加量が少ない比較例No. 27は、本考案例のNo. 2と比較し、応力緩和特性の点で劣っている。逆にSnの添加量が多い比較例No. 28は、Mgの効果と相まり、今回製造を行った中で最も優れた応力緩和特性を示した組成の一つであった。しかしながら、導電率が最も低くなり、バランス的に優れているとは言えない。

Znの添加量が多い比較例No. 29も導電率が低くなり、特性バランスに優



れない。

#### 【0045】

Feの添加量が規定量以上である比較例No. 30は、Fe-Si化合物が多量に生成し、析出硬化量が低下したばかりでなく、曲げ加工性にも悪影響を及ぼした。Pbの添加量を多くした比較例No. 31は熱間加工中に割れを生じ、正常に製造することが出来なかった。

その他、Sが本考案範囲外にある比較例No. 32は、熱間加工時に割れが生じ、その後の特性評価を行えなかった。また、Oが多い比較例No. 33は、Mgの酸化物が生成しており、曲げ加工性が劣化した。

#### 【0046】

比較例No. 34は、再結晶させるための焼鈍を680℃×30sで行った。その結果、平均結晶粒は1μm以下で、比較的大きな結晶粒と小さな結晶粒が混在する組織となった。不均一な組織のため、曲げ加工性を行う試験片を採取する場所によっては、クラックを生ずる結果となった。

逆に、比較例No. 35は930℃×30sで熱処理を行ったため、結晶粒はおよそ30μmとなった。粗大な結晶粒となったため、曲げ加工性に悪影響を及ぼすばかりでなく、若干応力緩和特性も低下した。

#### 【0047】

また比較例No. 36～No. 41は、Cu-Ni-Si-Mg-Zn合金にSn以外の元素を添加した比較例である。これらいずれの合金の応力緩和特性もSnの添加量が少ない比較例No. 27と同程度の応力緩和特性であり、これらの元素の添加は応力緩和にほとんど寄与しないことが判る。

#### 【0048】

次に、従来から存在する合金の特性についてみると、従来例No. 42は、Cu-Ni-Si合金であり、その他の添加元素は含まれていない。この場合、応力緩和特性が良くない点と、Znを含まないため、Snメッキの加熱剥離性に問題がある。

従来例No. 43は先述のとおり、Cu-Ni-Si系合金にSnとZnを添加した材料である。Snメッキの加熱剥離性は改善されているが、応力緩和特性

は従来例 No. 41 と同等であり不十分である。

### 【0049】

No. 44 は、Mg を添加し、応力緩和特性の改善を図った材料である。Mg の効果により応力緩和特性は改善されているが、曲げ加工性に問題がある。この従来例 No. 44 と同等の応力緩和特性と良好な曲げ加工性を得るためには、本考案例 No. 2 のように、Mg 量を減らし、Sn を添加し、更に曲げ加工性を改善する Zn を添加することで達成される。Zn 添加効果により、Sn メッキの加熱剥離性も改善される。

### 【0050】

#### 実施例 2

本考案の第 2 の実施例を表 7、表 8 で説明する。

第 2 の実施例は、上記実施例 1 に示した本考案例 No. 2 の組成からなる合金を、表 7 より工程で製造して、表 8 に示すように、TS (引張り強度)  $\text{N/mm}^2$ 、E1 (伸び) %、EC (導電率) % IACS、曲げ加工性、S. R. R (応力緩和率) %、Sn メッキ剥離性、打ち抜き性として F. A. R (%)、バリ ( $\mu\text{m}$ ) の各種特性評価を行った。評価方法は実施例 1 と同様である。

【表 7】

	No.	再結晶処理 $^{\circ}\text{C} \times \text{s}$	冷間加工 加工率%	時効条件 $^{\circ}\text{C} \times \text{hr}$	最終加工 加工率%	最終焼鈍 $^{\circ}\text{C} \times \text{hr}$	
本 考 案 例	45	750×30	処理無し	515×2	0	処理無し	No. 2と同じ
	46	725×30	↑	↑	↑	↑	No. 18と同じ
	47	800×30	↑	↑	↑	↑	No. 19と同じ
	48	850×30	↑	↑	↑	↑	No. 20と同じ
	49	900×30	↑	↑	↑	↑	No. 21と同じ
	50	750×30	↑	535×2	↑	↑	
	51	↑	20	500×2	↑	↑	
	52	↑	処理無し	515×2	10	375×2	
	53	↑	↑	↑	20	350×2	
	54	680×30	処理無し	515×2	0	処理無し	No. 34と同じ
比 較 例	55	930×30	↑	↑	↑	↑	No. 35と同じ
	56	750×30	↑	400×2	↑	↑	
	57	750×30	↑	560×2	↑	↑	
	58	750×30	↑	515×2	33	350×2	
	59	750×30	↑	515×2	20	処理無し	

【表 8】

	No	TS N/mm <sup>2</sup>	EI %	EC %IACS	曲げ 加工性	S. R. R %	Sn <sup>2+</sup> ・ 剥離性	打ち抜き性	
								F. A. R (%)	バリ(μm)
本 考 案 例	45	670	16	39	B	18	剥離無し	45	6
	46	680	14	39	C	20	↑	46	6
	47	670	16	39	B	18	↑	44	7
	48	670	16	39	B	18	↑	41	9
	49	680	13	39	C	19	↑	39	11
	50	640	17	40	B	21	↑	46	7
	51	680	12	40	B	17	↑	49	5
	52	670	13	39	B	17	↑	47	7
	53	680	12	40	B	16	↑	50	5
	54	680	12	39	D	22	剥離無し	45	8
比 較 例	55	650	9	39	D	25	↑	40	12
	56	550	19	35	B	29	↑	31	14
	57	540	18	42	A	30	↑	34	11
	58	730	8	40	D	16	↑	53	3
	59	730	4	38	D	22	↑	51	2

## 【0051】

表7、表8から明らかなように、本考案例の工程で製造した合金からなるばね材である本考案例No. 45～No. 53は何れも優れた特性を示した。

しかしながら、比較例No. 54は熱処理温度が低く、結果的に、結晶粒が均一でなく、曲げ加工性が劣化した。比較例No. 55は930℃×30sで熱処理を行ったために、結晶粒はおおよそ30μmとなった。粗大な結晶粒であるため、曲げ加工性に悪影響を及ぼすばかりでなく、若干応力緩和特性も低下した。

## 【0052】

比較例No. 56は時効温度が低く、析出が不十分なため強度特性が劣化した。同時に応力緩和特性も大幅に低下した。逆にNo. 57は時効温度が高く、析出物が粗大化したため、応力緩和特性が大幅に低下した。

比較例No. 58は時効後に本考案で規定する以上の加工率で冷間加工を行った例である。応力緩和特性はむしろ優れるが、曲げ加工性が低下した。

比較例No. 59は時効後の冷間加工率は高くないが、その後熱処理を行わなかった例である。伸びが低く曲げ加工性が低下したばかりでなく、応力緩和特性も若干低下した。

## 【0053】

## 【考案の効果】

以上記述したように、本考案の銅合金製ばね材は、Cuマトリックス中にNiとSiの化合物を析出させ、Sn、Mg、或いは更にZnを特定量添加し、S、

○含有量を制限して、かつ結晶粒度を $1\mu\text{m}$ を越え $25\mu\text{m}$ 以下としたことにより、優れた機械的特性、伝導性、応力緩和特性と曲げ加工性を兼ね備えるという効果を奏するものである。特に、端子・コネクタ用として、強度や伝導性、応力緩和特性、曲げ成形性に優れ、またSnメッキの耐加熱剥離性や打ち抜き性にも優れるものであるから、近年の傾向である小型、高性能化に好適に対応できる。また本考案は端子・コネクタ用途に好適なものであるが、その他スイッチ、リレー材等、一般導電材料用としても好適な銅合金製ばね材を提供するという効果を奏するものである。

【提出日】平成15年1月14日(2003. 1. 14)

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0001

【補正方法】変更

【補正内容】

【0001】

【考案の属する技術分野】

本考案は、銅合金から形成した導電性ばねに関し、特に端子・コネクタ材、スイッチ材等に適する銅合金製導電性ばねに関する。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0006

【補正方法】変更

【補正内容】

【0006】

【考案が解決しようとする課題】

上述したように、曲げ加工性、応力緩和特性等について検討し、厳しい要求特性を満たす銅系材料が提案されているが、本考案は、優れた機械的特性、伝導性、応力緩和特性と曲げ加工性を兼ね備えた銅合金製導電性ばねであり、端子、コ

ネクターに好適な銅合金製導電性ばねを提供するものである。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0007

【補正方法】変更

【補正内容】

【0007】

【課題を解決するための手段】

本考案は、上記課題を解決するもので、主成分としてNiを1.0～3.5wt%、Siを0.2～0.9wt%、Mgを0.01～0.20wt%、Snを0.05～1.5wt%含み、S、O含有量をそれぞれ0.005wt%未満に制限し、残部Cu及び不可避的不純物からなり、その結晶粒度が $1\mu\text{m}$ を越え $25\mu\text{m}$ 以下である銅合金を圧延加工して形成した導電性ばねである。

また、上記構成において、本考案の特性に悪影響を与えない範囲で、銅合金には他の添加元素、例えば0.2%未満のZnを添加しても差し支えないものである。

また、本考案は、主成分としてNiを1.0～3.5wt%、Siを0.2～0.9wt%、Mgを0.01～0.20wt%、Snを0.05～1.5wt%、Znを0.3～1.0wt%含み、S、O含有量をそれぞれ0.005wt%未満に制限し、残部Cu及び不可避的不純物からなり、その結晶粒度が $1\mu\text{m}$ を越え $25\mu\text{m}$ 以下である銅合金を圧延加工して形成したことを特徴とする導電性ばねである。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正内容】

【0008】

また、本考案は、上記の銅合金に、さらにAg、Mn、Fe、Cr、Co、P

の中から選ばれ1種または2種以上を総量で0.005wt%～2.0wt%含むことを特徴とする銅合金を圧延加工して形成した導電性ばねである。

具体的には、主成分としてNiを1.0～3.5wt%、Siを0.2～0.9wt%、Mgを0.01～0.20wt%、Snを0.05～1.5wt%含み、さらに0.005～0.3wt%Ag、0.01～0.5wt%Mn、それぞれ0.005～0.2wt%のFe、Cr、0.05～2.0wt%Co、0.005～0.1wt%Pの中から選ばれ1種または2種以上を総量で0.005wt%～2.0wt%含み、S、O含有量をそれぞれ0.005wt%未満に制限し、残部Cu及び不可避的不純物からなり、その結晶粒度が1 $\mu$ mを越え25 $\mu$ m以下である銅合金を圧延加工して形成したことを特徴とする導電性ばねである。

また、主成分としてNiを1.0～3.5wt%、Siを0.2～0.9wt%、Mgを0.01～0.20wt%、Snを0.05～1.5wt%、Znを0.3～1.0wt%含み、さらに0.005～0.3wt%Ag、0.01～0.5wt%Mn、それぞれ0.005～0.2wt%のFe、Cr、0.05～2.0wt%Co、0.005～0.1wt%Pの中から選ばれ1種または2種以上を総量で0.005wt%～2.0wt%含み、S、O含有量をそれぞれ0.005wt%未満に制限し、残部Cu及び不可避的不純物からなり、その結晶粒度が1 $\mu$ mを越え25 $\mu$ m以下である銅合金を圧延加工して形成したことを特徴とする導電性ばねである。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正内容】

【0009】

また、本考案は、上記の銅合金に、さらにPb、Biの1種または2種を総量で0.005～0.13wt%含むことを特徴とする銅合金製ばねである。

具体的には、主成分としてNiを1.0～3.5wt%、Siを0.2～0.

9 wt %、Mgを0.01~0.20 wt %、Snを0.05~1.5 wt %含み、さらに0.005~0.1 wt % Pb、0.005~0.03 wt % Biの1種または2種を総量で0.005~0.13 wt %含み、S、O含有量をそれぞれ0.005 wt %未満に制限し、残部Cu及び不可避的不純物からなり、その結晶粒度が1  $\mu$ mを越え25  $\mu$ m以下である銅合金を圧延加工して形成したことを特徴とする導電性ばねである。

また、主成分としてNiを1.0~3.5 wt %、Siを0.2~0.9 wt %、Mgを0.01~0.20 wt %、Snを0.05~1.5 wt %、Znを0.3~1.0 wt %含み、さらに0.005~0.1 wt % Pb、0.005~0.03 wt % Biの1種または2種を総量で0.005~0.13 wt %含み、S、O含有量をそれぞれ0.005 wt %未満に制限し、残部Cu及び不可避的不純物からなり、その結晶粒度が1  $\mu$ mを越え25  $\mu$ m以下である銅合金を圧延加工して形成したことを特徴とする導電性ばねである。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正内容】

【0010】

また、上記の銅合金に、さらにAg、Mn、Fe、Cr、Co、Pの中から選ばれ1種または2種以上、及びPb、Biの1種または2種を総量で0.005 wt %~2.0 wt %含む銅合金ばねである。

具体的には、主成分としてNiを1.0~3.5 wt %、Siを0.2~0.9 wt %、Mgを0.01~0.20 wt %、Snを0.05~1.5 wt %含み、さらに0.005~0.3 wt % Ag、0.01~0.5 wt % Mn、それぞれ0.005~0.2 wt %のFe、Cr、0.05~2.0 wt % Co、0.005~0.1 wt % Pの中から選ばれ1種または2種以上、及び0.005~0.1 wt % Pb、0.005~0.03 wt % Biの1種または2種を総量で0.005 wt %~2.0 wt %含み、S、O含有量をそれぞれ0.005 w

t %未満に制限し、残部Cu及び不可避免の不純物からなり、その結晶粒度が $1\mu\text{m}$ を越え $25\mu\text{m}$ 以下である銅合金を圧延加工して形成した導電性ばねである。

また、主成分としてNiを1.0～3.5wt%、Siを0.2～0.9wt%、Mgを0.01～0.20wt%、Snを0.05～1.5wt%、Znを0.3～1.0wt%含み、さらに0.005～0.3wt%Ag、0.01～0.5wt%Mn、それぞれ0.005～0.2wt%のFe、Cr、0.05～2.0wt%Co、0.005～0.1wt%Pの中から選ばれ1種または2種以上、及び0.005～0.1wt%Pb、0.005～0.03wt%Biの1種または2種を総量で0.005wt%～2.0wt%含み、S、O含有量をそれぞれ0.005wt%未満に制限し、残部Cu及び不可避免の不純物からなり、その結晶粒度が $1\mu\text{m}$ を越え $25\mu\text{m}$ 以下である銅合金を圧延加工して形成した導電性ばねである。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正内容】

【0011】

また、本考案の上記銅合金ばねは、端子、コネクタ材、スイッチ材のいずれかの態様で用いられるものであることを特徴とするものである。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正内容】

【0012】

【考案の実施の形態】

本考案に用いられる銅合金は、Cuマトリックス中にNiとSiの化合物を析出させ、適当な機械的強度及び熱・電気導電性を有する銅合金に、Sn、Mg、



Znを特定量添加し、S、O含有量を制限して、かつ結晶粒度を $1\mu\text{m}$ を越え $25\mu\text{m}$ 以下として応力緩和特性と曲げ加工性を改善することを骨子としている。

本考案者らは、この銅合金成分の含有量を詳細に規定することで実用的に優れた特性を有する導電性ばね用銅合金、特に端子、コネクタ用として優れた特性を有する材料を実現させることができることを見いだし、その結果本考案の銅合金ばねを得たものである。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正内容】

【0013】

以下に本考案のばねにおける銅合金の成分限定理由を説明する。

CuにNiとSiを含有させるとNi-Si化合物を作り、これをCu中に析出させ強度及び導電率を向上させるものである。

Ni量が1.0wt%未満であると析出量が少なく目標とする強度が得られない。逆にNi量が3.5wt%を越えると鋳造、熱間加工時に強度上昇に寄与しない析出が生じ含有量に見合う強度を得ることができないばかりか、熱間加工性、曲げ加工性にも悪影響を与えることになる。

Si量は析出するNiとSiの化合物がNi<sub>2</sub>Si相であると考えられるため、Ni量を決定すると最適なSi含有量が決まる。Si量が0.2wt%未満であるとNi量が少ないときと同様充分な強度を得ることができない。逆にSi含有量が0.9wt%を越えるときもNi量が多い場合と同様の問題が生ずる。好ましくは、Niを1.7～2.8wt%、Siを0.4～0.7wt%に調整することが望ましい。

【手続補正12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

## 【補正内容】

## 【0014】

Mg、Snは本考案のばねに用いる銅合金を構成する重要な添加元素である。これらの元素は相互に関係しあって良好な特性バランスを実現している。

次に、これら元素の限定理由を説明する。

Mgは応力緩和特性を大幅に改善するが、曲げ加工性には悪影響を及ぼす。応力緩和特性の観点からは、0.01wt%以上で含有量が多いほどよい。逆に曲げ加工性の観点からは、含有量が0.20wt%を越えると良好な曲げ加工性を得ることは困難である。このような観点から、Mgの含有範囲は0.01～0.20wt%において良好なバランスを示す。曲げ加工性の観点からより好ましいMgの含有範囲は、0.01～0.1wt%である。

## 【手続補正13】

## 【補正対象書類名】明細書

## 【補正対象項目名】0016

## 【補正方法】変更

## 【補正内容】

## 【0016】

Znは応力緩和特性に寄与しないが、曲げ加工性を改善することができる。Znを0.3～1.0wt%含有することにより、Mgを最大0.20wt%まで含有させても実用上問題ないレベルの曲げ加工性を達成できる。

またZnはSnメッキやハンダメッキの耐熱剥離性、マイグレーション特性を改善する効果を有し、打ち抜き加工性を改善する作用も有し、実用上の観点からZnを0.3wt%以上含有させることが望ましい。

打ち抜き加工性を改善する元素としては、Pb、Biがあるが、Pb、Biは多量に添加すると熱間加工性を阻害するが、Znは製造性に悪影響を及ぼさずに、打ち抜き加工性を改善できるため有効な添加元素である。その上限は熱・電気伝導性を考慮し、1.0wt%である。

なお、本実施例からも、Mgとの共添でより良い傾向にあることが示されている。

## 【手続補正14】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0026

【補正方法】変更

【補正内容】

## 【0026】

次に、S、O含有量を0.005wt%未満に制限した理由を説明する。  
通常、工業的な銅材料にはS、O<sub>2</sub>等が微量含まれるが、本考案はこれらの含有量を厳密に制限することで上述した合金成分と後述する結晶粒度の規定と相まって優れた特性の実現を図るものである。

Sは、熱間加工性を悪化させる元素であり、その含有量を0.005wt%未満と規定することで、熱間加工性を向上させる。特にS含有量を0.002wt%未満にすることが望ましい。

Oは、その含有量が0.005wt%以上であると、Mgが酸化されて曲げ加工性が劣化する。O含有量を0.005wt%以下、特に0.002wt%未満にすることが望ましい。

以上説明したS、Oは、通常の銅系材料中に微量に含有される場合が多いが、本考案のばねの銅合金においては特に重要であり、その含有量を規定することで優れた特性が得られるもので、端子、コネクタ用材料に好適な特性を実現することを見いだしたのである。

## 【手続補正15】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0027

【補正方法】変更

【補正内容】

## 【0027】

上述した本考案の銅合金製ばねの構成において、その特性を好適に実現するためには、結晶粒度が1 $\mu$ mを越え25 $\mu$ m以下とすることが必要である。結晶粒度が1 $\mu$ m以下であると、再結晶組織において混粒と成り易く、曲げ加工性が低

下すると同時に応力緩和特性が低下する。逆に結晶粒度が $25\mu\text{m}$ を越えて成長しても、曲げ加工性に悪影響を及ぼす。従って、結晶粒度は $1\mu\text{m}$ を越え $25\mu\text{m}$ 以下に調整する必要がある。

【手続補正16】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0028

【補正方法】変更

【補正内容】

【0028】

次いで、本考案の銅合金製ばねの製造法について説明する。

本考案の銅合金は、冷間加工、例えば冷間圧延した後に、再結晶と溶体化させる目的で熱処理を行い、直ちに焼き入れを行う。また必要に応じて時効処理を行うものである。

本考案のばねを構成する銅合金における結晶粒度を $1\mu\text{m}$ を越え $25\mu\text{m}$ 以下の範囲に調整するためには、再結晶処理の条件を詳細に制御する必要がある。700℃未満の温度での熱処理は、混粒となり易く、920℃を越える温度では結晶粒が粗大に成長しやすいので、冷間加工後に再結晶処理を700～920℃で行うものである。また、冷却速度は出来るだけ素早く、10℃/s以上の速度で冷却することが望ましい。

【手続補正17】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0031

【補正方法】変更

【補正内容】

【0031】

本考案の銅合金製ばねは、優れた機械的強度、曲げ加工性、応力緩和特性、Snメッキ剥離性、打ち抜き性等を有し、特に、端子・コネクター材、スイッチ材、リレー材等、一般導電材料等に求められる特性を備えたものであり、実施例により詳細に説明する。

【手続補正18】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0053

【補正方法】 変更

【補正内容】

【0053】

【考案の効果】

以上記述したように、本考案の銅合金製ばねは、Cuマトリックス中にNiとSiの化合物を析出させ、Sn、Mg、或いは更にZnを特定量添加し、S、O含有量を制限して、かつ結晶粒度を $1\mu\text{m}$ を越え $25\mu\text{m}$ 以下としたことにより、優れた機械的特性、伝導性、応力緩和特性と曲げ加工性を兼ね備えるという効果を奏するものである。特に、端子・コネクタ用として、強度や伝導性、応力緩和特性、曲げ成形性に優れ、またSnメッキの耐加熱剥離性や打ち抜き性にも優れるものであるから、近年の傾向である小型、高性能化に好適に対応できる。また本考案は端子・コネクタ用途に好適なものであるが、その他スイッチ、リレー材等、一般導電材料用としても好適な銅合金製ばねを提供するという効果を奏するものである。